

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ МЕТЕОРОИДНОГО ВЕЩЕСТВА С НЕОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРОЙ

Пятков А. А., Ронкин М. В. Шарнин А. А.
Руководитель – снс, к.т.н. Гроховский В.И.
ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург
e-mail: mfjks@uralweb.ru

Метеориты являются одним из наиболее осязаемых свидетельств бомбардировки Земли малыми телами и наиболее доступными для лабораторных исследований проастероидным веществом. Общепринято считать, что железные метеориты являются продуктами планетарной дифференциации вещества при высоких температурах. При остывании расплава формируются монокристаллы никелистого железа с массивными фосфидами и сульфидами по границам этих кристаллов, поэтому металлические метеороиды имеют сильную фазово-структурную неоднородность и анизотропию в масштабе до нескольких десятков метров. С другой стороны, большинство известных каменных метеоритов не подвергались планетарной дифференциации и представляют собой композиционную смесь силикатных минералов и никелистого железа с размерами фаз от микрон до нескольких десятков миллиметров.

Во время полета в атмосфере Земли большинство метеоритов разрушаются под действием аэродинамических сил. Разрушение может происходить с образованием нескольких, достаточно крупных фрагментов. Они некоторое время взаимодействуют друг с другом, но с течением времени их взаимодействие прекращается. Также разрушение метеорита может происходить с образованием облака достаточно мелких фрагментов и паров, объединенных общей ударной волной. В реальных условиях могут реализоваться оба механизма одновременно.

Несомненно, что характер разрушения в любом случае определяется прочностными характеристиками объекта. Известно, что эффективная прочность крупного тела меньше, чем небольшого образца, так как в крупных объектах, вследствие неоднородности структуры, разрушение идет по межзеренным границам, где находятся выделения фосфидов и сульфидов. Именно эти сульфиды и фосфиды, являются траекториями зарождения трещин, что в свою очередь влечёт за собой разрушение объекта. Далее, пролетая через атмосферу, первыми выгорают фосфиды и сульфиды, находящиеся на поверхности фрагментов тел. Известные содержания фосфора и серы определены для упавших фрагментов и они занижены вследствие того, что учитывают лишь примеси, оставшиеся внутри фрагментов. Доказательством этих предположений служит тот факт, что металлические образцы лунного грунта метеоритной природы, переплавившиеся при ударе о лунную поверхность, сильно обогащены фосфором и серой.

Актуальной представляется проблема разрушения метеороидов с позиций кометно-астероидной опасности для Земли. Считается, что опасные тела могут

быть металлические, каменные или ледяные. Однако для оценки прочностных свойств таких тел не учитывается их структурная неоднородность, а исследований по влиянию состава и структуры метеоритного вещества на прочностные свойства с материаловедческих позиций в мире практически не ведется.

В докладе обсуждаются результаты испытаний метеоритного вещества на разрушение под действием ударных нагрузок и при воздействии сверхзвуковых газовых потоков. Эксперименты с веществом внеземного происхождения при низкотемпературных условиях во всех случаях дают результаты хрупкого разрушения с очень низкими значениями ударной вязкости. Существенное влияние на значение ударной вязкости оказывает наличие и траектории расположения хрупких включений шрейберзита.

При испытаниях на плазмотроне было отмечено значительное влияние ориентации межфазной границы на процессы отвода тепла от зоны воздействия газового потока и на скорость абляции. Кроме того, сопоставление процессов разрушения различных метеоритов показало, что железные образцы разрушались за счет оплавления поверхностного слоя и сноса расплава набегающим газовым потоком, а каменные за счет интенсивного окисления и уноса вещества в газовой фазе.

В данной работе показано, что прочностные характеристики (прежде всего вязкость разрушения и ударная вязкость) металлических метеоритов с неоднородной структурой в случае межкристаллитного разрушения значительно ниже прочностных характеристик однородного никелистого железа и сравнимы с таковыми для каменных метеоритных тел.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №07-05-96061-р-урал-а.